



MAIDON PITOISUUDET – RUOKINNAN VAIKUTUS

Seija Jaakkola

Helsingin yliopisto

Maataloustieteiden osasto

7.9.2018



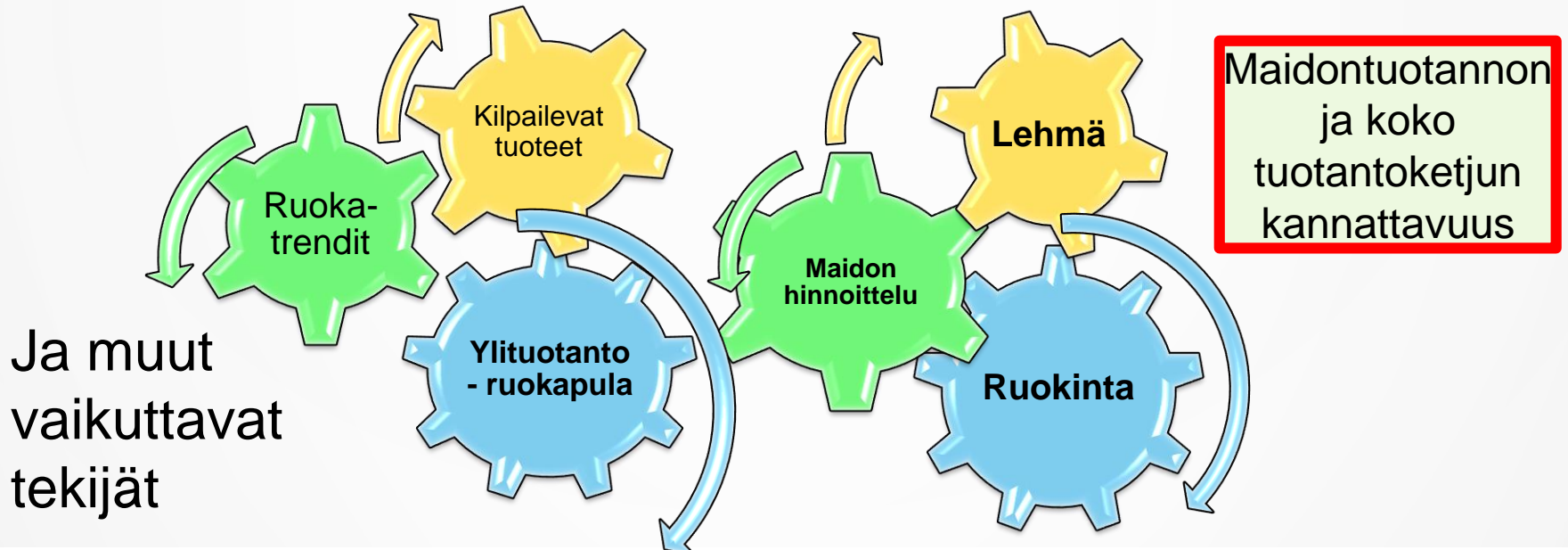
Maidon koostumus

- **Hinnoittelun peruste**
 - Hyvin erilaisia hinnoittelusysteemejä eri maissa
- **Ruokinnan tasapainoisuuden indikaattori**
 - Tulkinnessa otettava huomioon
 - Muut koostumukseen vaikuttavat tekijät
 - Komponenttien kokonaistuotos (g/pv)
 - Yksilökohtaiset erot – arvioidaan karjan/ryhmän keskiarvoa
- **Lehmän terveyden indikaattori**



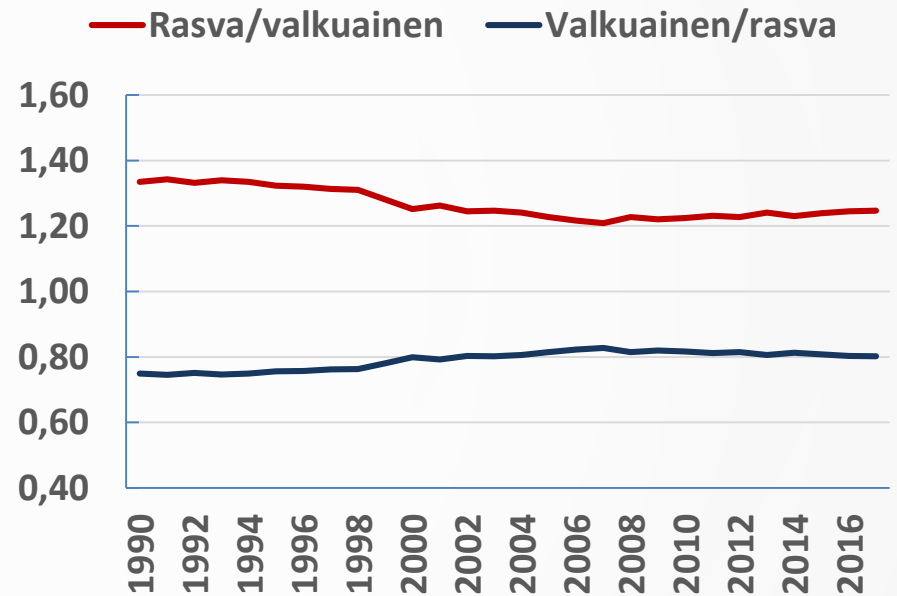
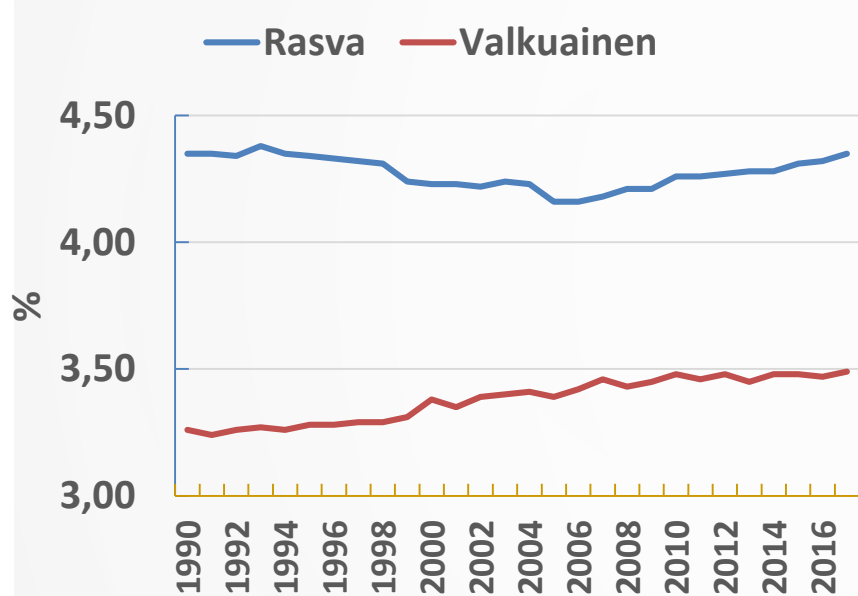
Maidon hinnoittelu

- Markkinatilanne: eri maitotuotteiden (nestemäiset, voi, juusto..) ja maidon komponenttien kysyntä – halutaanko rasvaa, valkuaista, laktoosia – suurta vaihtelua menneinä vuosikymmeninä
 - Meijerin hinnoittelusysteemi (pitoisuudet, komponenttien tuotosmäärä, nestevolyyymi - painotukset)
 - Tuottajalle maksettava hinta





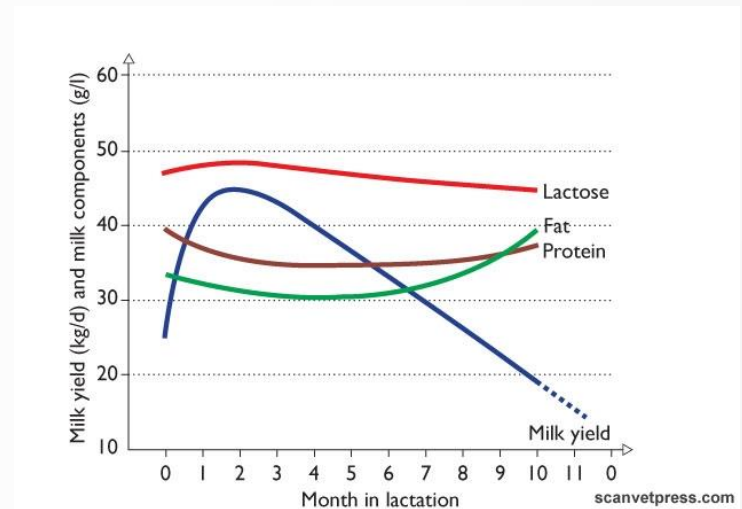
Meijerimaidon rasva- ja valkuaispitoisuus Suomessa (Luke tilastotietokanta)





Maidon koostumukseen vaikuttaa

- **Ruokinta**
- **Ympäristö- ja hoitotekijät**
 - esim. toteutuuko suunniteltu ruokinta – rehujen kuiva-ainepitoisuus ja laatu, väkirehu/karkearehu –suhde, lajittuminen, syöntiolosuhteet jne...
- **Rotu**
- **Jalostus**
- **Laktaatiovaihe**
- **Tuotosmäärä**
- **Poikimakerta**
- **Sairaudet**





Rotujen väliset erot maitomäärässä, valkuaispitoisuudessa ja -tuotoksessa

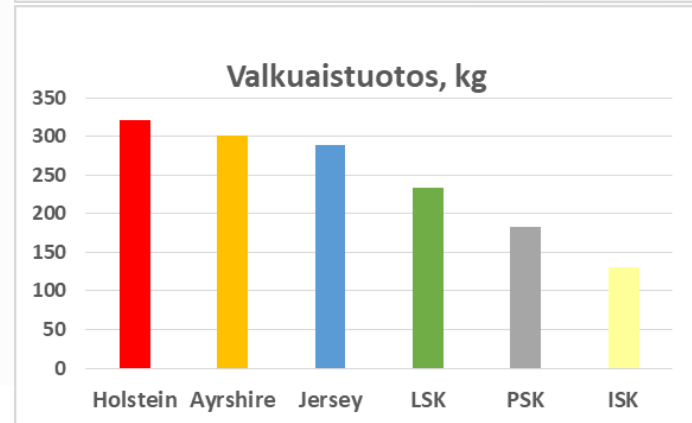
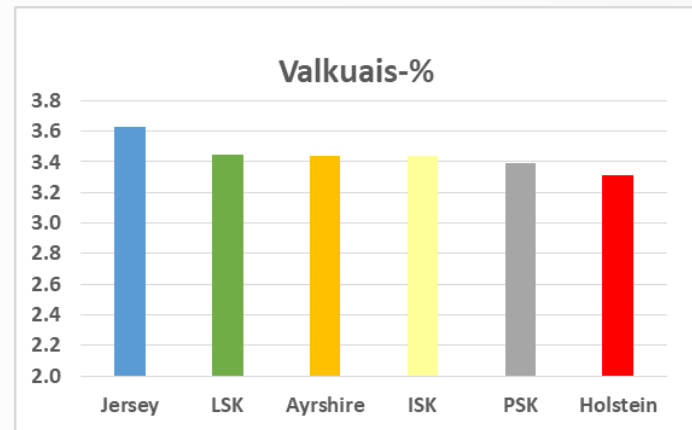
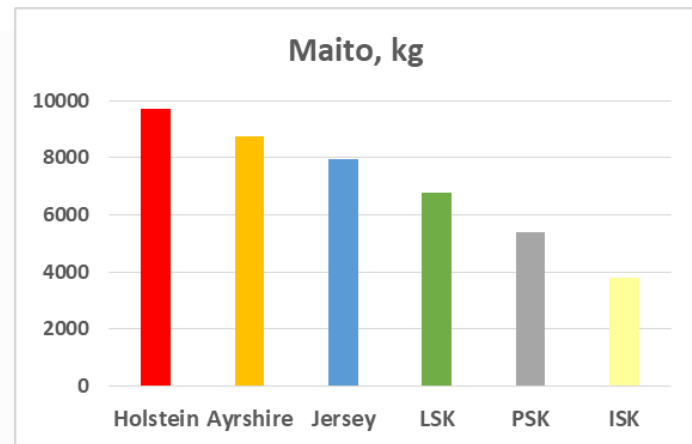
(Pro Tuotos -tulokset 2014, Nauta 3/2015)

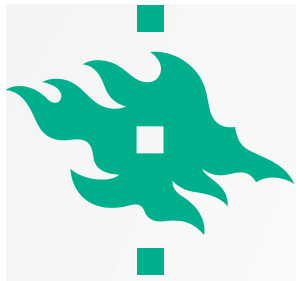
Usein käännteinen suhde
maitomäärän ja pitoisuuksien
välillä eli muutokset erisuuntaisia:

Esim. maitomäärän
lisääntyessä jalostuksen tai
tuotosvaiheen vuoksi
pitoisuudet pienentyvät

**Komponentin tuotusmäärä ei
välttämättä muutu
= laimenemisvaikutus**

Ruokinnassa myös mahdollista:
tuotoksen lisäys + pitoisuuden
suureneminen





Maidon eri komponenttien erityksen ja pitoisuuksien säätely ruokinnan avulla – mitä tiedettävä

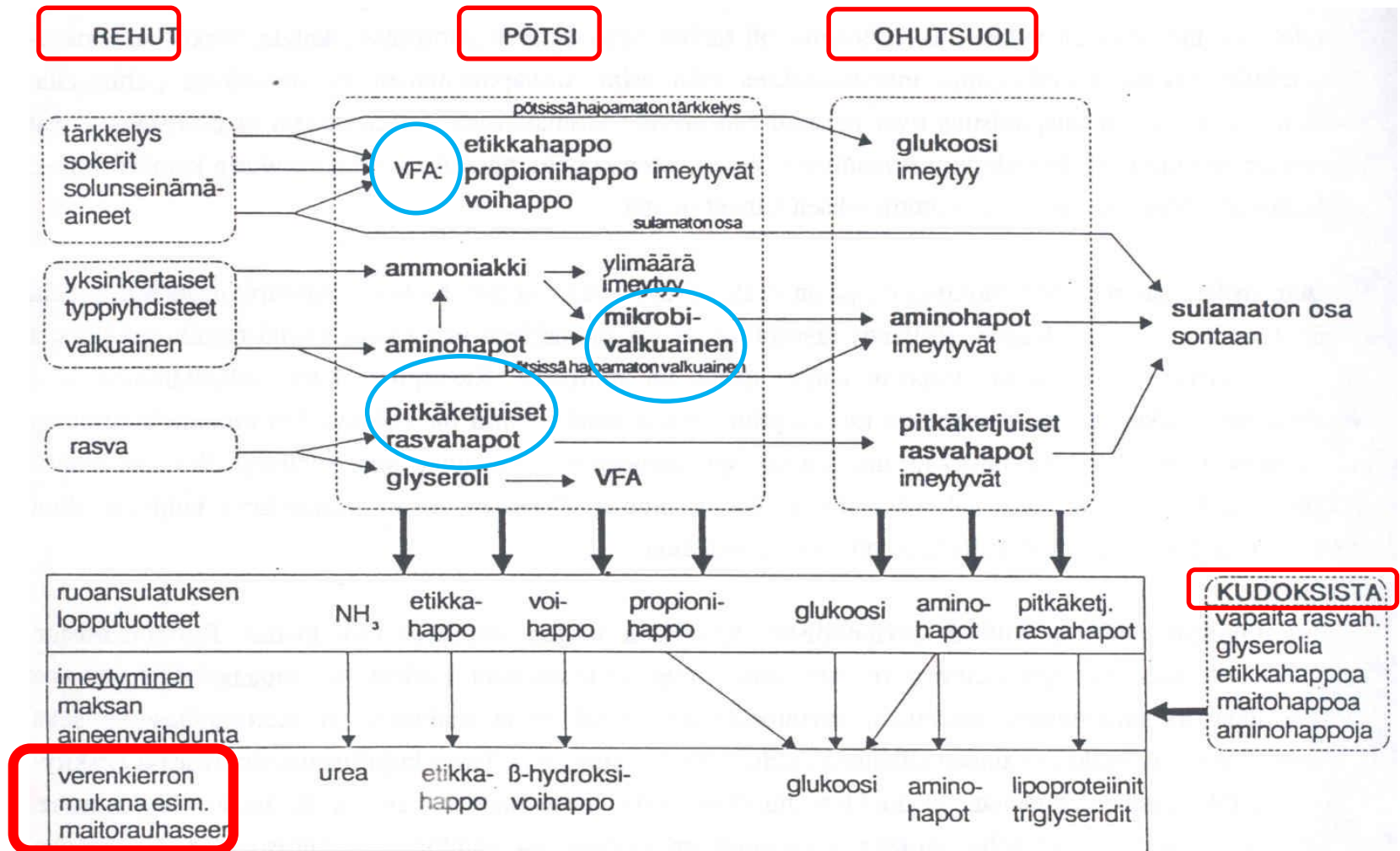
- Ruokinnan vaikutus maidon esiaineiden määriin ja suhteisiin erilaisissa ruokintatilanteissa
- Mitä tapahtuu eläimen syömille rehun ravintoaineille ?
 - Rehun/ruokinnan tuntemus (koostumus, fysikaaliset ominaisuudet, ruokintataso)
 - Hajotus ruoansulatuskanavassa
 - Imeytymien ruoansulatuskanavasta verenkiertoon
 - Siirtyminen verenkierrosta maitorauhaseen
- Kuinka eläin käyttää kudosisvarastojaan maidontuotantoon tuotantokauden eri vaiheissa
- Erilaisten vaikuttavien tekijöiden yhdysvaikutukset



Maidon komponentit

- **Suuri osa** syntetisoidaan maitorauhasessa esiaineista, jotka imeytyvät selektiivisesti verenkierrosta
- **Pieni määrä** valkuaisaineita, kivennäisaineet ja vitamiinit siirtyvät suoraan verenkierrosta maitoon – ei muokkausta maitorauhasessa
- Pääkomponenttien pitoisuuksien vaihtelurajat erilaiset
 - Rasva – vaihtelee eniten
 - Valkuainen – vaihtelee jonkin verran
 - Laktoosi – vaihtelee hyvin vähän
 - Osmoottisesti aktiivinen komponentti, säätelee eritetyn maidon määrää (vesi) – pitoisuus pysyy vakaana

Rehun aineosien sulatus ja aineenvaihdunta (Thomas ja Chamberlain, 1984)

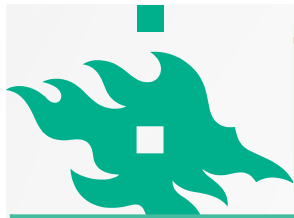


- "In circumstances where farmers are paid for the weights of individual milk constituents produced, the effects of nutrition on production would ideally be described by a series of mathematical equations to predict the yield of milk fat, protein and lactose from the nutrient supply provided by the diet" (Thomas ja Chamberlain 1984).



Maitotuotoksen lisääntymisen vaikutus maidon koostumukseen (Huhtanen ja Rinne 2007)

- Meta-analyysi, nurmisäilörehupohjainen ruokinta, 998 ruokintakeskiarvoa pääosin Suomesta ja Iso-Britanniasta
- Kuinka eri tavoin toteutettu ravintoaineiden saannin lisäys vaikutti maitotuotoksen ja maidon koostumuksen suhteeseen ja muutoksiin
 - Väkirehun määrä
 - Ruokinnan valkuaistäydennys
 - Ruokinnan rasvatäydennys
 - Väkirehun hiilihydraattikoostumus (NDF-pitoisuus)
 - Säilörehun sulavuus
 - Säilörehun käymislaatu
 - Nurmiheinäkasvisäilörehun korvaaminen nurmipalkokasvisäilörehulla

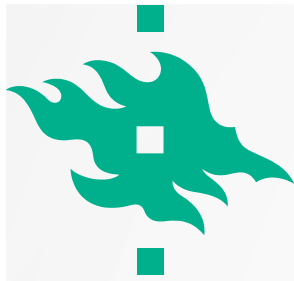


Tuotoksen lisääntymisen vaikutus maidon koostumukseen data-analyysin mukaan (Huhtanen ja Rinne 2007)

Maitomäärän lisäämistapa	Valkuaispitoisuus	Rasvapitoisuus
Väkirehumäärän lisäys	Lisääntyy	Vähenee (käyräviivaisesti) *
Valkuaisrehun lisäys	Lisääntyy	Vähenee
Rasvan lisäys *	Vähenee	Ei merkitsevää muutosta
Säilörehun sulavuuden parantaminen *	Lisääntyy	Lisääntyy
Säilörehun käymisen rajoittaminen	Lisääntyy	Lisääntyy
Muutos nurmiheinäkasvi-sr => nurmipalkokasvisäilörehu	Vähenee	Ei merkitsevää muutosta

Väkirehun hiilihydraattikoostumuksella vain vähäinen vaikutus maitomäärään

* Tarkennuksia seuraavassa diassa



Tuotoksen lisääntymisen vaikutus maidon koostumukseen (Huhtanen ja Rinne 2007)

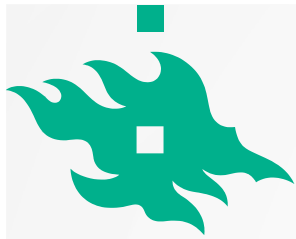
- **Väkirehumäärän lisäys**
 - Vaikutus rasvapitoisuuden vähenemiseen käyräviivainen – muutokset pieniä väkirehun osuuden ollessa alle 57 % dieetin kuiva-aineesta
- **Rasvan lisäys**
 - Maitomäärän lisääntyminen saavutti maksimin ruokinnan rasvahappopitoisuuden ollessa 48 g/kg KA
- **Säilörehun sulavuuden parantuminen**
 - Maitomäärän lisääntyessä valkuaispitoisuus lisääntyi enemmän kuin rasvapitoisuus
 - => valkuais/rasva – suhde suureni



Miksi valkuaispitoisuus suurenee

- **Säilörehun sulavuuden paraneminen**
 - Suurentaa säilörehun ME-pitoisuutta ja lisää syöntiä
- **Säilörehun käymislaadun paraneminen** (vähemmän käymistuotteita eli happoja, ammoniakkaa; virheikäymisen esto)
 - Lisää säilörehun syöntiä
- **Väkirehun määrän lisäys**
 - Syönti ja energian saanti lisääntyy
 - Muutoksen suuruus riippuu väkirehumäärän lähtötasosta
- **Valkuaisrehun lisäys**
 - Syönti ja aminohappojen imeytyminen lisääntyy

Eri tavoin saatu lisäenergia tehostaa mikrobivalkuaisen synteesiä pötsissä => eläimen aminohappojen saanti lisääntyy



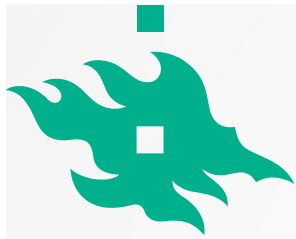
Maidon rasvapitoisuus

- **Valkuaisruokinnan lisäys**
 - ei muuta tai pienentää pitoisuutta joissain tilanteissa
- **Energian saannin lisäys**
 - yleensä pienentää pitoisuutta
 - poikkeus: säilörehun sulavuuden parantumisen aiheuttama energialisäys usein suurentaa pitoisuutta
 - selkeä pitoisuuden väheneminen vasta väkirehumäärän ollessa yli 60 % kuiva-aineesta, jos ruokinnassa ohraa ja säilörehussa sokeria (rajoittunut käyminen), jotka lisäävät voihapsen / etikkahapsen määrää pötsissä
- **Maitorasvan depressio** – voimakas rasvapitoisuuden väheneminen äärimmäisissä tilanteissa, kun erittäin runsaasti ruokinnassa väkirehua, helppoliukoisia hiilihydraatteja tai kasviöljyjä, joista runsaasti monitydyttämättömiä rasvahappoja



Rasva / suojattu rasva /yksittäiset rasvahapot

- **Rasvan vaikutukset tuotokseen vaihtelevia**
 - Perusruokinta, rasvan määrä ja lähde, rasvahappokoostumus, tyydyttyneet vs tyydyttymättömät rasvahapot, suojaus
 - Positiivisia vaikutuksia: rasvahappoja imeytyy enemmän maitorauhaseen
 - Negatiivisia vaikutuksia: haittaa pötsifermentaatiota / maitorauhasen synteesiä
- **Rehun rasvapitoisuuden lisääminen**
 - Lisää energian saanti / tuotosta tiettyyn rajaan asti
 - Vähentää useissa tilanteissa maidon valkuaispitoisuutta
 - heikentää mikrobivalkuaisynteesiä pötsissä
 - Vaikutukset rasvapitoisuuteen vaihtelevampia, voi myös lisätä maidon rasvapitoisuutta



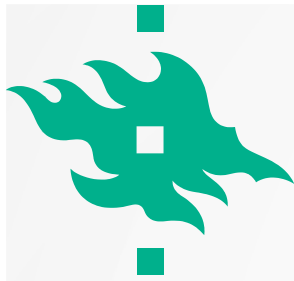
Säilörehun käymisasteen vaikutus pitoisuuksiin (Huhtanen ym. 2003)

- **Pitkälle käynyt säilörehu** (runsaasti käymishappoja) verrattuna rajoittuneesti käyneeseen säilörehuun:
 - Pientää maidon valkuaispitoisuutta
 - Säilörehun syönti vähentynyt
 - Pötsin mikrobisynteesi heikentynyt, kun rehussa ei sokeria
 - Pientää maidon rasvapitoisuutta
 - Pötsin lipogeenisten happojen (etikka- ja voihappo) osuus pienentynyt. Rehun maitohappo muuntuu propionihapoksi.
- Virhekäyminen tehostaa vaikutuksia
- Esikuivatussa rehussa käyminen vähenee kuiva-ainepitoisuuden lisääntyessä ja eri säilöntämenetelmien erot käymisasteen suhteen pienenevät



Esimerkkejä koostumusmuutoksista

- Eri tutkimuksissa saman ruokinnallisen tekijän vaikutukset voivat vaihdella – ei voi yleistää kaikenkattavaksi johtopäätökseksi
- Laajat meta/data-analyysit hyödyllisiä
- Esimerkit
 - Kaura vs ohra
 - Laimenemisvaikutus
 - Väkirehun valkuaispitoisuuden lisäys (rypsi/rapsi)
 - Valkuaisrehun liikasyöttö joissain tilanteissa
 - Valkuaislähde: väkirehun valkuaispitoisuus - rypsi vs härkäpapu
 - Valkuaisrehujen erot
 - Apilasäilörehu vs nurmiheinäsäilörehu
 - Laimenemisvaikutus

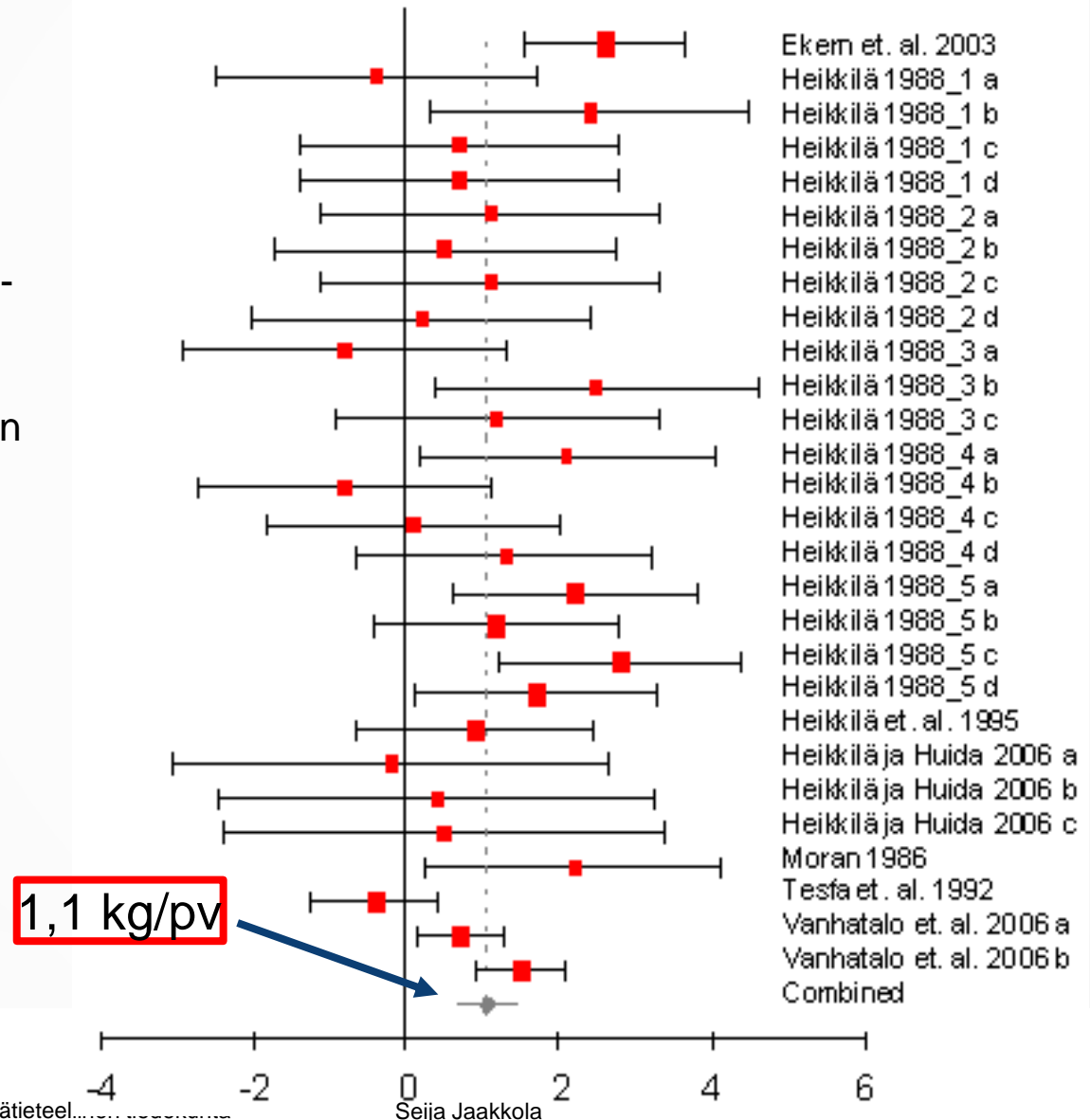


Ohraan tai ohra-kaura -seokseen verrattuna kaura lisäsi maitotuotosta keskimäärin 1,1 kg/pv (Kokkonen ja Cheref 2008, HY Maataloustieteiden laitos).

Meta-analyysi

Forest plot –kuvio ilmaisee:

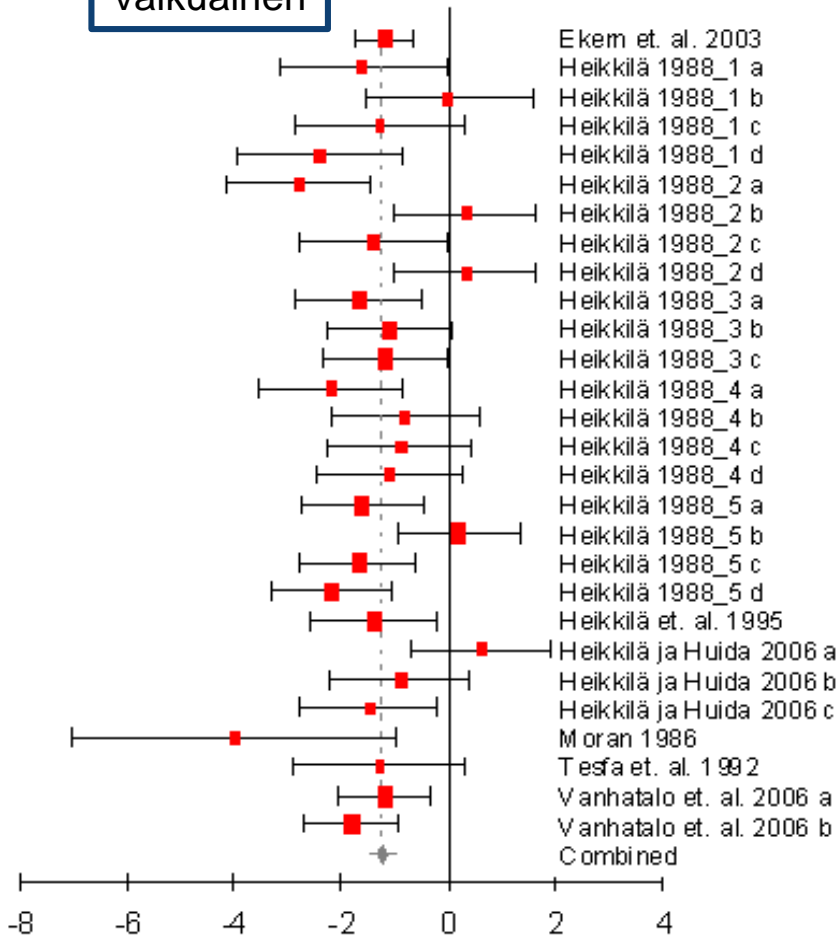
- Yksittäisten tutkimusten / tutkimusfaktoreiden tulokset ja niiden laskennallisen yhteistuloksen luottamusvälin
- Paljonko kukin alkuperäis-tutkimus vaikuttaa lopputulokseen





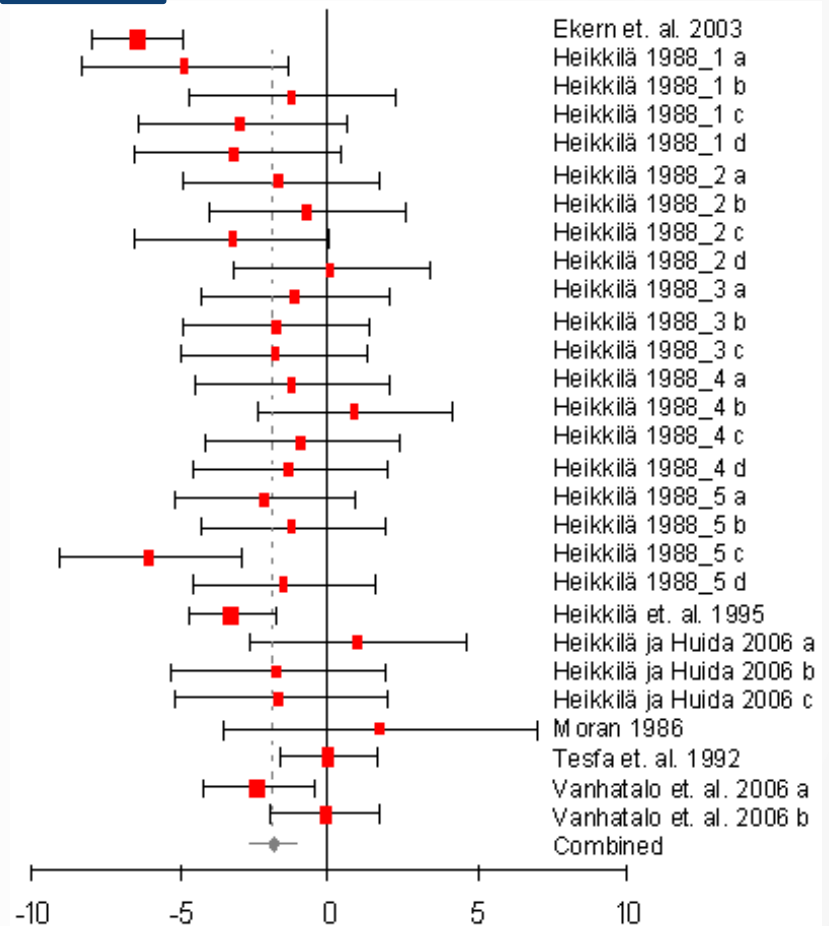
Valkuainen

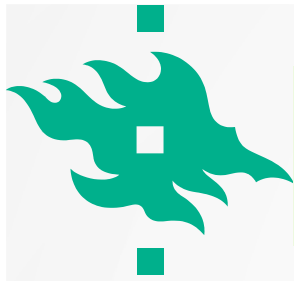
Ohraan tai ohra-kaura -seokseen verrattuna kaura vähensi maidon valkuaispitoisuutta keskimäärin 1,2 g/kg ja rasvapitoisuutta 1,8 g/kg (Kokkonen ja Cheref 2008).



Rasva

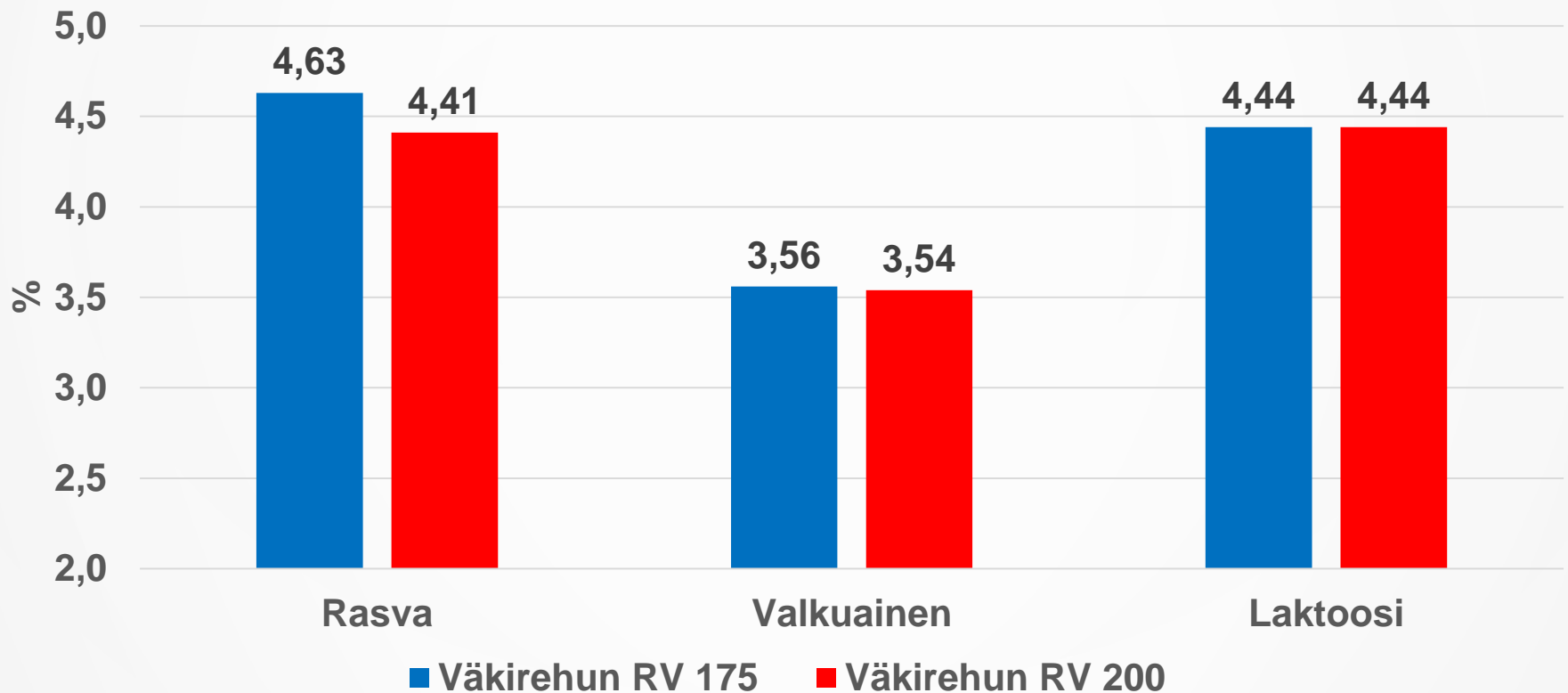
Ei eroa tuotoksissa, g/pv





**Väkirehun raakavalkuaispit. 175 => 200 g/kg ka (rypsi)
Rasvapitoisuus pieneni, muissa pitoisuuksissa ja
maitotuotoksessa ei eroa. EKM ja rasvatuotos vähenivät.**

Syy?: maitorauhasen oma tyydyttyneiden rasvahappojen synteesi väheni. Plasman insuliini lisääntyi => ohjaa rasvan esiaineet muihin kudoksiin?





Väkirehun raakavalkuaispitoisuus ja rypsi vs härkähäpö (Puhakka ym. 2016)

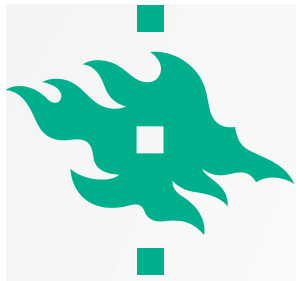
	RV 155 g/kg ka			RV 190 g/kg ka			SEM
	Rypsi	Rypsi+HP	Härkähäpö	Rypsi	Rypsi+HP	Härkähäpö	
Maito, kg	30,8	30,3	29,5	32,0	31,1	28,9	0,89
Rasva%	4,19	4,20	4,23	4,03	4,16	4,23	0,129
Valk%	3,39	3,29	3,27	3,37	3,28	3,22	0,066
Rasvat., kg	1,283	1,275	1,247	1,286	1,295	1,230	53,7
Valk.tuot. kg	1,040	1,002	0,956	1,076	1,019	0,933	33,4

Rypsin korvaaminen härkähävällä vähensi maitotuotosta, valkuaispitoisuutta ja –tuotosta sekä rasvatuotosta merkittävästi

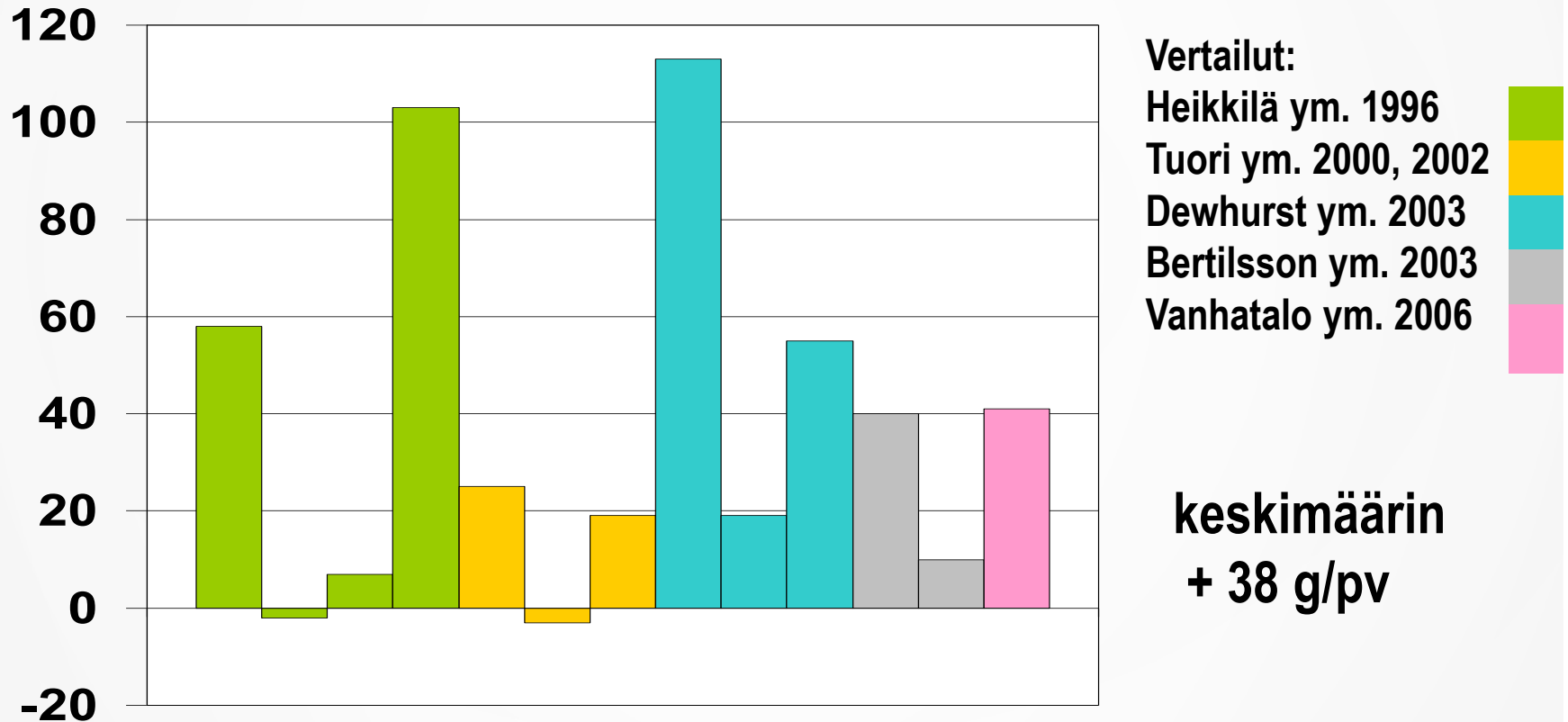


Heinäkasvisäilörehun korvaaminen palkokasvi-säilörehulla (puna-apila)

- Maitotuotos lisääntyy
- Rasva- ja valkuaisuotos lisääntyy
- Rasva- ja valkuaispitoisuudet pienentyvät
- Maidon komponenttien pitoisuuksien väheneminen kompensoituu maitomäärän ja komponenttien lisääntymisellä



Apilapitoinen rehu heinäkasvisäilörehuun verrattuna - valkuaistuotos, g/pv





Yhteenvedo

- Maidon pitoisuuksiin vaikuttaa useat tekijät
- Ruokinnan muutoksen vaikutukset
 - Lähtökohtana ravitsemuksellisesti ja ympäristövaikutuksiltaan tasapainoinen ruokinta, jonka puitteissa voi rasva- ja valkuaispitoisuuksiin vaikuttaa rehuvalinnoilla
 - rehujen koostumus, säilörehun käymislaatu, muut ominaisuudet
 - rehujen käyttömäärät ja rehujen yhdistelmät
- Maidon hinnoitteluperusteet ja niiden muutokset
 - Ruokinnan suunnittelu taloudellisen optimoinnin pohjalta tärkeää